



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**“Anatomía Macroscópica e Imagenológica de la Articulación de la Rodilla en el Venado de Campo (*Ozotoceros bezoarticus*)”**

**por**

**Nicolás SANTERO**

**Nicolás TURTURIELLO**

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias

Orientación: Medicina Veterinaria

MODALIDAD: Ensayo experimental

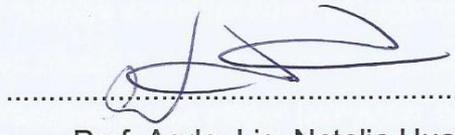
**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2021**

**PÁGINA DE APROBACIÓN**

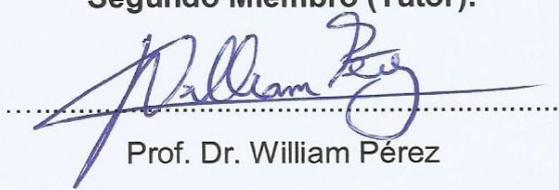
**Presidente de Mesa:**



Prof. Agda. Lic. Natalia Huart

**Lic. Natalia Huart**  
**Profesora Agregada**  
**Depto. de Imagenología**  
**Hospital de Clínicas**

**Segundo Miembro (Tutor):**



Prof. Dr. William Pérez

**Tercer Miembro:**



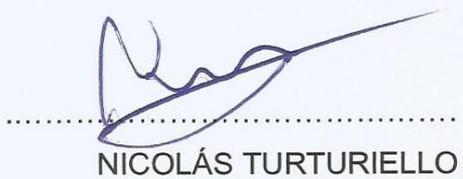
Dr. Sebastián Lima

**Fecha:** 17/12/21

**Autores:**



NICOLÁS SANTERO



NICOLÁS TURTURIELLO

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a todos aquellos que nos acompañaron a lo largo de toda la extensa carrera por facultad de veterinaria. Agradecer también a todos los colaboradores que participaron para poder presentar este trabajo, principalmente al tutor William Pérez y a la Lic. Natalia Huart.

TABLA DE CONTENIDOS:

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE FIGURAS.....	5
<u>RESUMEN</u> .....	6
<u>SUMMARY</u> .....	7
<u>1. INTRODUCCIÓN</u> .....	8
<u>2. OBJETIVOS</u> .....	14
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	14
<u>3. MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	15
<u>4. RESULTADOS</u> .....	16
<u>5. DISCUSIÓN</u> .....	31
<u>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	34

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1.....	10
Figura 2.....	11
Figura 3.....	16
Figura 4.....	17
Figura 5.....	18
Figura 6.....	19
Figura 7.....	20
Figura 8.....	21
Figura 9.....	22
Figura 10.....	23
Figura 11.....	24
Figura 12.....	26
Figura 13.....	27

**RESUMEN**

Esta tesis tuvo como objetivo evaluar la articulación de la rodilla del venado de campo mediante disección y estudios imagenológicos. Treinta miembros pelvianos fueron utilizados para la disección macroscópica y dos rodillas de dos animales fueron usadas para la realización de radiografías y resonancia magnética. La articulación de la rodilla del venado de campo comprendía la articulación femoropatelar (articulación entre la parte distal del fémur y la patela), y la articulación femorotibial que unía los cóndilos femorales a la extremidad proximal de la tibia. La anatomía general de la articulación de la rodilla, incluida la morfología general de la articulación con sus huesos, piezas complementarias, medios de unión y relaciones anatómicas, son similares a otras especies de rumiantes de similar tamaño. Las técnicas imagenológicas como la resonancia magnética permiten una visualización adecuada de la mayoría de sus componentes.

## **SUMMARY**

The objective of this thesis was to evaluate the stifle joint of the pampas deer by dissection and imaging studies. Thirty pelvic limbs were used for gross dissection and two stifles from two animals were used for radiography and MRI. The stifle joint of the pampas deer comprised the femoropatellar joint (joint between the distal part of the femur and the patella), and the femorotibial joint joined the femoral condyles to the proximal extremity of the tibia. The general anatomy of the stifle joint, including the overall morphology of the joint with its bones, complementary parts, means of attachment, and anatomical relationships, are similar to other ruminant species of similar size. Imaging techniques such as magnetic resonance imaging allow adequate visualization of most of its components.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Estudio de los rumiantes silvestres

Los rumiantes son el grupo de Ungulados más abundante (sobre 3 billones de individuos) y con mayor diversidad, con más de 300 especies conocidas (International Conference on Ruminant Phylogenetics, Munich 2013). Ellos incluyen la mayoría de las especies económica y culturalmente más importantes desde el punto de vista agrícola y medio ambiental en la Tierra. Muestran una fascinante gama de adaptaciones que les permiten habitar con éxito casi todos los biomas terrestres.

El conocimiento científico de los aspectos biológicos de las especies en peligro de extinción resulta fundamental al momento de establecer planes que apunten a la recuperación de las poblaciones naturales. A pesar de esto, en muchas especies, incluyendo los rumiantes autóctonos de nuestro país y de la región, es frecuente la falta de información básica. La mayoría de los rumiantes son Bóvidos y Cérvidos, siendo mayoría los Cérvidos (Nowak, 1999; Hackmann y Spain, 2010).

De acuerdo a su distribución en el registro fósil, los rumiantes vivientes de forma nativa se encontraban en todos los continentes excepto la Antártida y Oceanía, aunque actualmente la mayoría de las especies se encuentran en África y Eurasia (Wieren, 1996). En América del Sur se encuentran cérvidos, pero no bóvidos en estado silvestre.

Cervidae es una familia del Orden Artiodactyla, incluida en el Infraorden Pecora del Suborden Ruminantia. Todos los ciervos sudamericanos, además del género norteamericano *Odocoileus* y el europeo *Capreolus*, forman parte de la subfamilia *Odocoileinae*. En Sudamérica existen 11 especies agrupadas en seis géneros. El venado de campo, también conocido como venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758), es la única especie del género *Ozotoceros* entre los hallados en Sudamérica. Anteriormente se ha utilizado el nombre genérico *Blastoceros* (Fitzinger, 1860), pero el mismo no es utilizado actualmente pues puede generar confusión con *Blastocerus* (Wagner, 1844).

## 1.2 Situación del venado de campo

El venado de campo está considerado por la UICN (Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources) como una especie casi amenazada (González y Merino, 2008) con posibilidades de ingresar en el futuro próximo en la categoría de Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable.

Actualmente se encuentran poblaciones aisladas, ubicadas en el oeste, norte y centro de Argentina, este de Bolivia, centro y sur de Brasil, Paraguay y Uruguay (González et al., 2016).

Era una especie muy extendida que ocupaba una amplia gama de hábitats abiertos, como praderas, pampas y la sabana brasileña conocida como el Cerrado, en el este de América del Sur, entre los 5 y 41° S (Cabrera 1943; Jackson 1987; González et al, 2016). Antes del año 1800, la especie fue abundante en los pastizales de América del Sur (Wemmer, 1998). Sin embargo, el área ocupada por la especie se ha reducido drásticamente a menos del 1% de lo que era en 1900 (González et al, 1998). La conversión del hábitat para la agricultura, la ganadería y la caza son una amenaza constante, y la especie está confinada a un paisaje dominado por humanos con parches del hábitat remanente. La fragmentación del hábitat (González, 2004) y la competencia con el ganado doméstico (Wemmer, 1998) son una amenaza grave para la subsistencia de la especie. Otras amenazas son la explotación excesiva de alimentos, cueros, y la caza, además de la depredación por perros asilvestrados, y posibles enfermedades transmitidas por los bovinos (Wemmer, 1998).

La taxonomía y sistemática del venado de campo se ha basado fundamentalmente en datos morfológicos. Cabrera (1943) describió las siguientes subespecies: *O. b. bezoarticus* que ocupaba desde el este y centro de Brasil al sur de la Amazonia, entre la meseta de Mato Grosso y la parte alta del río San Francisco; *O. b. celer* que habitaban en toda la pampa argentina de la costa del Atlántico hasta el pie de los Andes y hacia el sur hasta el Río Negro; *O. b. leucogaster* que vivía en el suroeste de Brasil, el sudeste de Bolivia, Paraguay y norte de Argentina.

### 1.3 Situación del venado de campo en Uruguay

El venado de campo es una especie autóctona del Uruguay que se encontraba ampliamente distribuida por todo el territorio nacional hasta principios del siglo XIX (Jackson y Langguth, 1987). En la actualidad existen sólo dos poblaciones en estado silvestre, que a su vez revisten la enorme importancia de constituir cada una de ellas una subespecie endémica (González et al., 2002). Ambas subespecies fueron diferenciadas entre sí por características morfológicas y genéticas (González et al., 2002). En efecto, *O. b. uruguayensis* se halla únicamente en la localidad de Sierra de los Ajos (Departamento de Rocha), con una población estimada hace algunos años de 300 animales (Weber y González, 2003). La otra subespecie, *O. b. arerunguaensis* se encuentra únicamente en las localidades de Arerunguá y El Tapado (Departamento de Salto) con una población aproximada de unos 700 animales (Weber y González, 2003) (Fig. 1).



Figura 1. Distribución de las poblaciones de venado de campo en Uruguay.

Si bien el venado de campo ha sido declarado Monumento Natural por el Parlamento Nacional y el Poder Ejecutivo (Ley N° 17.733 de 2003 y Decreto N° 12/985 de 1985, respectivamente), no se han desarrollado políticas nacionales de conservación.

Las poblaciones silvestres (Salto y Rocha) se ubican en establecimientos privados dedicados a actividades agropecuarias, quedando a resguardo de los propietarios de los mismos el cuidado de los animales. Existe una tercera población de venado de campo, alojada en régimen de semicautiverio, localizada en la Estación de Cría de Fauna Autóctona Cerro Pan de Azúcar (ECFA), en Maldonado. La misma posee un número aproximado de 80 animales, y se originó en 1981 a partir de animales provenientes de la población de Salto, de la subespecie *O. b. arerunguaensis* (Ungerfeld et al., 2008a). Los venados se encuentran en sectores de 0,5-1 ha,

compuestos por un macho adulto y entre cinco y nueve hembras adultas, además de crías y juveniles, o grupos de solo machos (Ungerfeld et al., 2008a). Estos animales constituyen un núcleo de cría adaptado a las condiciones en que están alojados, donde las condiciones de manejo posibilitan el desarrollo de actividades de investigación científica sobre la especie, permitiendo obtener información imprescindible para la conservación de la especie, imposible de recabar en condiciones silvestres sin afectar dichas poblaciones.

#### 1.4 Características de la especie

Los ciervos *Ozotoceros bezoarticus* son animales de tamaño medio, siendo los machos algo mayores que las hembras (Jackson, 1987). En las poblaciones silvestres los machos alcanzan una longitud de 130 cm (desde el ápex de la nariz hasta la raíz de la cola), una altura a la cruz de 75 cm, y un largo de cola de 15 cm, y pesan aproximadamente 35 kg (Jackson, 1987). Sin embargo, los datos obtenidos a partir de animales criados en semicautiverio indican un tamaño algo menor: 90–100 cm de largo, altura a la cruz de 65–70 cm, y peso de 30–35 kg (Ungerfeld, González-Sierra, 2008). Las astas, que solamente están presentes en los machos, son sólidas y finas, y de tamaño medio cuando se las compara con las de otros cérvidos. Llegan a medir unos 30 cm, y a tener 3 puntas (Ungerfeld, González-Sierra, 2008). Las hembras alcanzan los 85 cm de largo y 65 cm de altura, con un peso de 20–25 kg (Ungerfeld, González-Sierra, 2008). Los machos suelen presentar una coloración más oscura que las hembras (Cabrera, 1943). En la figura 2 se puede observar la presencia de astas en el macho, una de las diferencias más significativa entre sexos.



Figura 2. Macho (izquierda) y hembra de venado de campo (derecha). ECFA, año 2011.

#### 1.5 Investigaciones anatómicas realizadas en la especie

La mayoría de los estudios anatómicos relacionados con el venado de campo se centraron en sus órganos reproductores (Pérez, Vazquez, & Ungerfeld, 2013 ; Ungerfeld et al., 2017), sistema digestivo (Pérez, Clauss, & Ungerfeld, 2008; Pérez & Ungerfeld, 2012; Erdoğan & Pérez, 2013, Pérez, Vazquez, & Ungerfeld, 2016) y sistema cardiovascular, (Erdoğan & Pérez, 2014; Pérez & Erdoğan, 2014; Pérez, Vazquez & Ungerfeld, 2016; Vazquez et al, 2018; Vázquez, dos Santos & Pérez, 2018; Vázquez et al., 2019). Aún quedan muchos órganos para ser investigados, especialmente en aparato locomotor, donde hay ausencia de descripciones.

## **1.6 Antecedentes del tema a investigar**

Los estudios relativos a articulaciones son muy escasos. Allen et al (1998) revisaron la anatomía macroscópica de la articulación de la rodilla de la oveja, y hay descripciones detalladas en los libros de texto clásicos (Getty, 1975; Barone, 2010). La resonancia magnética (MRI) daría más información adicional sobre lesiones óseas y de tejidos blandos si se compara con la corriente técnica de diagnóstico por imagen como radiografía y ecografía que proporciona información limitada (Foreman, 1996; Gavin et al., 2009). Además, los tendones y ligamentos son más distinguibles por resonancia magnética que por tomografía computarizada o ecografía (Cook, 2010; Mair et al., 2013).

La resonancia magnética para el estudio de esta articulación en ovejas fue publicada por Vandeweerd et al (2013). En relación a la artrología, se publicó muy poca información en ciervos. Shigue et al. (2015) estudiaron la articulación de la rodilla en ciervos de los pantanos mediante disección, radiografía, tomografía computarizada y resonancia magnética.

Hasta donde sabemos, las últimas investigaciones son la única información sobre la anatomía macroscópica de la articulación de la rodilla en los cérvidos. Por lo tanto, nuestro objetivo fue describir las características anatómicas de esta articulación en *Ozotoceros*, mediante disección macroscópica, radiografía y resonancia magnética.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General:

Generar conocimientos de la anatomía de la articulación femoro tibio patelar del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*).

### 2.2 Objetivos Particulares:

1. Describir la anatomía normal macroscópica.
2. Realizar estudios imagenológicos con radiografía simple y resonancia magnética de la rodilla del venado de campo.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó con 15 animales muertos por causas naturales y libres de patologías evidentes del aparato locomotor, procedentes de la Estación de Cría de Fauna Autóctona de Pan de Azúcar (ECFA, Maldonado, Uruguay). De estos animales, 10 eran hembras adultas y 5 eran juveniles (3 machos y 2 hembras). Los animales muertos en la ECFA fueron recolectados por personal del lugar y congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$ , siendo posteriormente trasladados y disecados en el laboratorio de Anatomía de la Facultad de Veterinaria.

El método de estudio de los animales fue la disección simple o con el uso de lupa binocular. Primero se procedió a la remoción del miembro pelviano incidiendo la articulación coxofemoral, tanto el fémur como la tibia se seccionaron por la mitad de su longitud para proceder al aislamiento de la región de la rodilla y partes adyacentes. Mediante disección se fueron exponiendo las estructuras que actuaban como medios de unión (tendones, cápsula articular, ligamentos), meniscos y en la última etapa se disecaron y limpiaron las piezas óseas participantes de la articulación.

Para los estudios imagenológicos se utilizaron dos animales adultos. Las radiografías se realizaron en la Facultad de Veterinaria y las resonancias magnéticas en el Hospital de Clínicas de la Universidad de la República, con un Resonador Siemens de 1,5 tesla. Las rodillas de estos dos animales fueron posteriormente disecadas y seccionadas longitudinalmente (sagitalmente) para comparar con las imágenes radiológicas y de resonancia magnética que se obtuvieron.

Todos los datos correspondientes a cada animal y las observaciones realizadas durante la disección fueron registrados en planillas individuales para cada ejemplar. A medida que se avanzó en las disecciones se tomaron fotografías para su documentación, estudio y discusión. Cada fotografía fue acompañada de un esquema donde se indicó exactamente las estructuras fotografiadas. Las fotografías luego de descargadas en la computadora se archivaron en carpetas exclusivas para cada animal.

Para la descripción se utilizó la nomenclatura de la versión online de la Nomina Anatomica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

## 4. RESULTADOS

La articulación de la rodilla del venado de campo comprendía la articulación femoropatelar (articulación entre la parte distal del fémur y la patela), y la articulación femorotibial que unía los cóndilos femorales a la extremidad proximal de la tibia.

Vamos a describir las superficies articulares de los huesos participantes, las formaciones complementarias, y los medios de unión de estas articulaciones.

### **Superficies articulares**

La tróclea del fémur (Fig. 3) respondía a la patela por una superficie ubicada entre dos relieves o labios que eran casi iguales. Los cóndilos medial y lateral se ubicaban caudalmente en la extremidad distal del fémur y el lateral era más desarrollado. Los dos cóndilos (Fig. 4) estaban separados por la fosa intercondílea, que terminaba caudoproximalmente en la línea intercondílea. La cara abaxial de cada cóndilo presentaba un relieve llamado epicóndilo.

La patela oponía a la tróclea femoral una superficie articular compuesta por dos partes onduladas, lateral y medial, separadas por un relieve intermedio poco marcado. La superficie medial era más amplia que la lateral (Fig. 5).

La tibia presentaba hacia proximal los dos cóndilos tibiales, medial y lateral. Ambos eran débilmente cóncavos de un lado al otro y algo convexos de craneal a caudal. El cóndilo lateral era más amplio y ambos se elevaban contra la eminencia intercondílea. Ambos cóndilos estaban separados por las áreas intercondíleas craneal, central (que dividía el área intercondílea) y caudal.

En la radiografía mostrada se pueden ver claramente los huesos participantes en la articulación (Fig. 6).

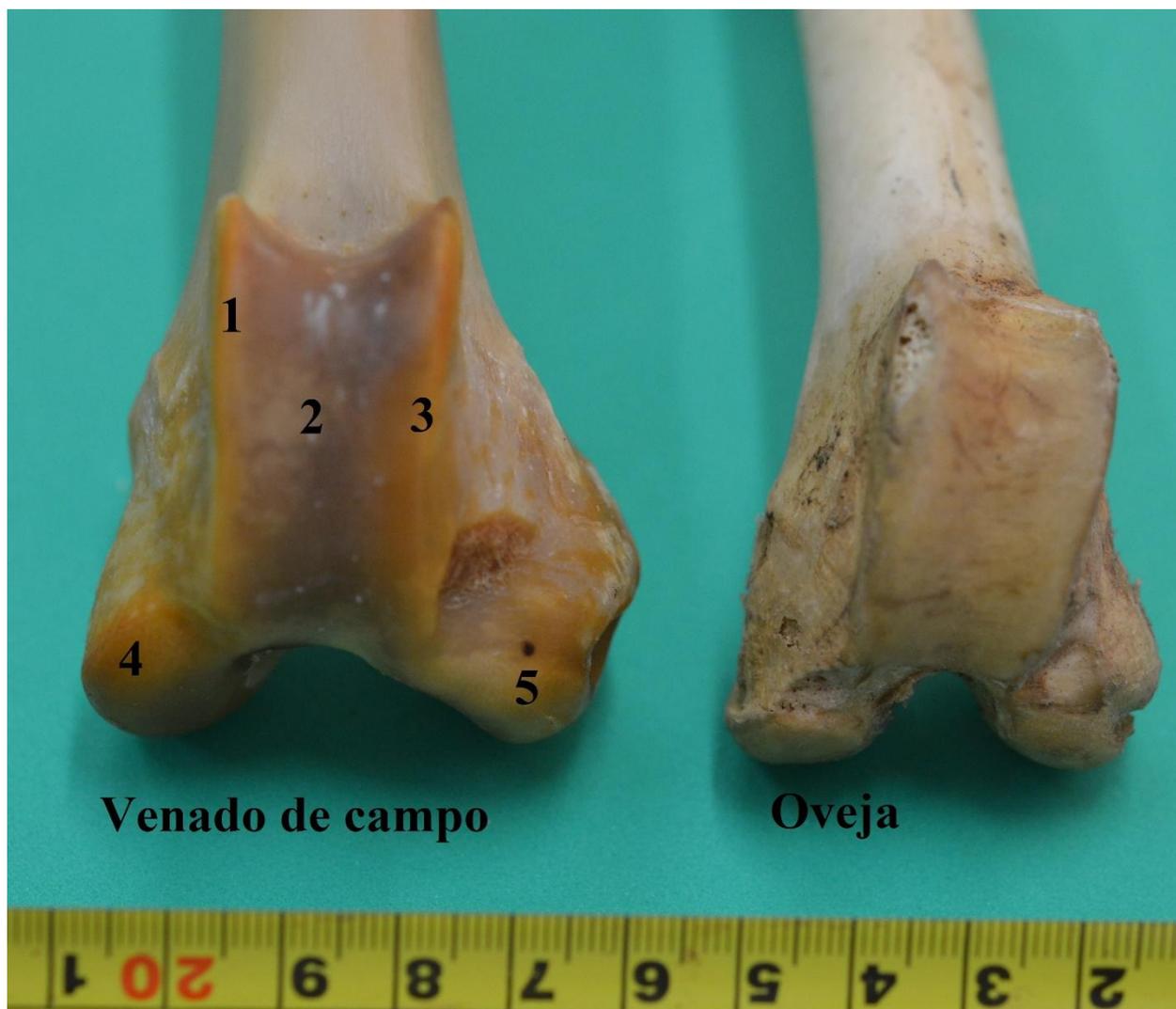


Fig. 3: Extremidad distal del fémur izquierdo del venado de campo y de la oveja, vista craneal. 1: Labio medial de la tróclea femoral; 2: Tróclea del fémur, depresión central; 3: Labio lateral de la tróclea femoral; 4: Cóndilo medial; 5: Cóndilo lateral.

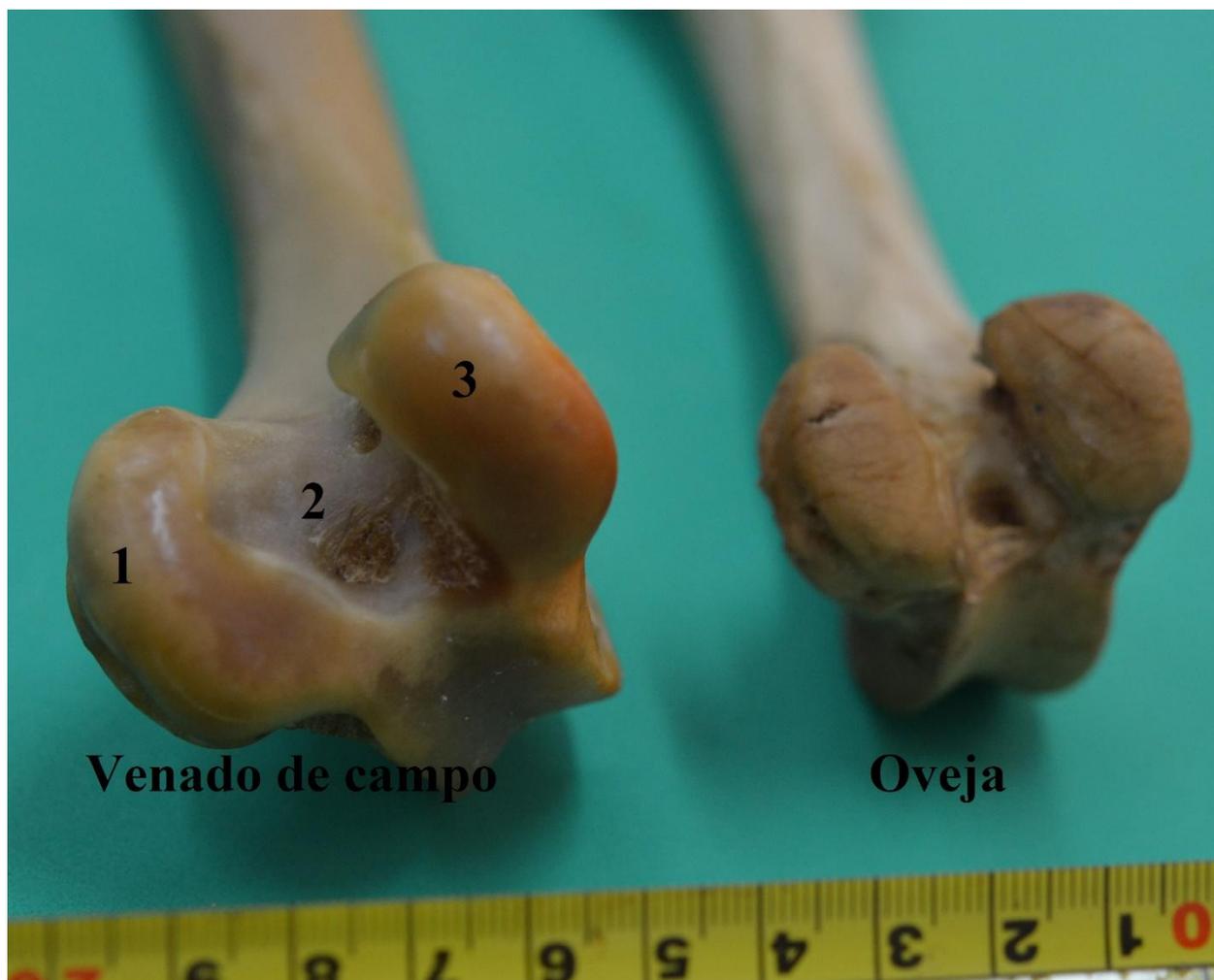


Fig. 4: Extremidad distal del fémur izquierdo del venado de campo y de la oveja, vista caudal. 1 Cóndilo lateral; 2: Fosa intercondílea; 3: Cóndilo medial.

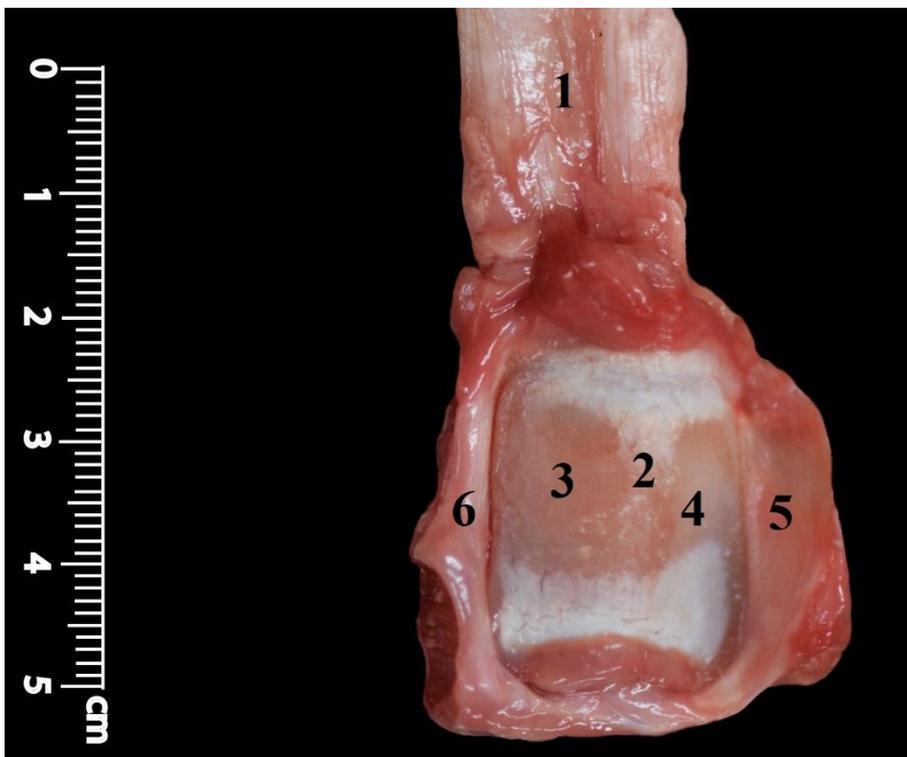


Fig. 5: Vista caudal de la superficie articular de la patela izquierda del venado de campo. 1: Ligamento patelar; 2: relieve intermedio; 3: Superficie articular medial; 4: Superficie articular lateral; 5: Fibrocartílago parapatelar lateral; 6: Fibrocartílago parapatelar medial.

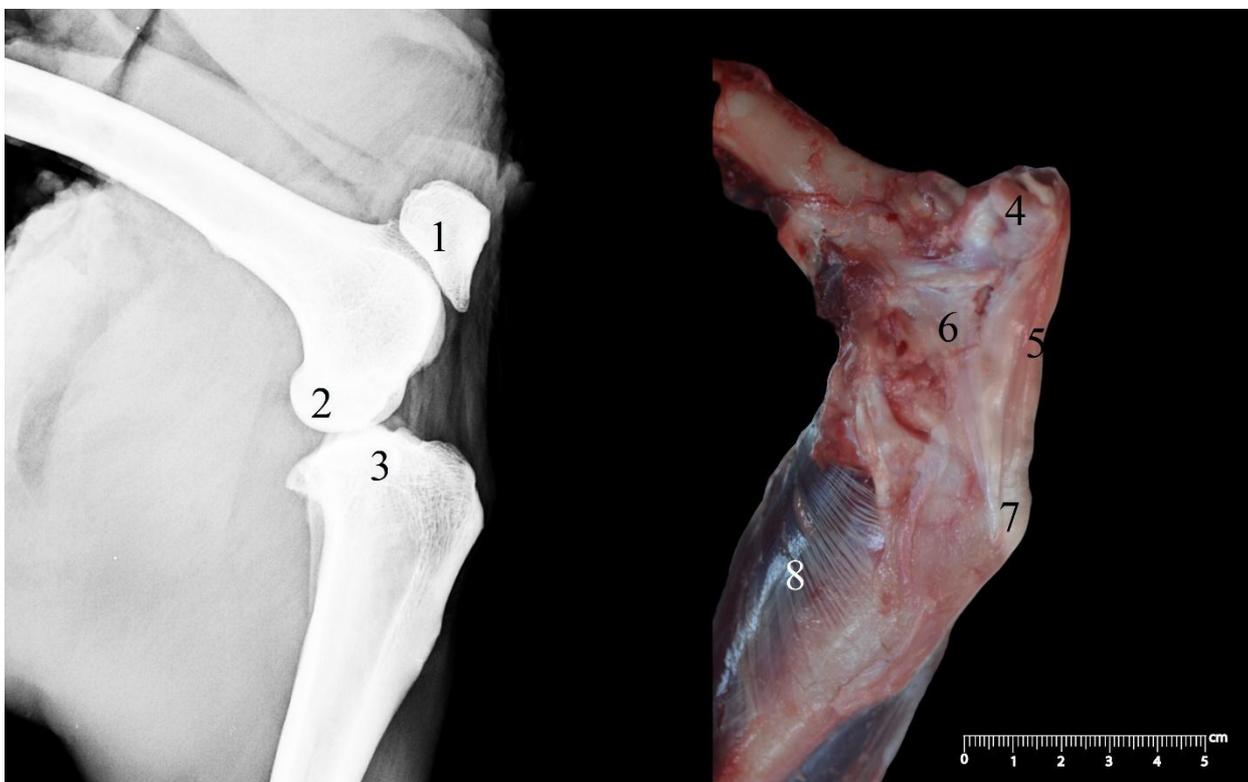


Fig. 6. Lado izquierdo de la imagen: radiografía simple del miembro pelviano izquierdo para mostrar los huesos involucrados en la articulación de la rodilla del venado de campo. 1: Patela; 2:

Cóndilo femoral; 3; Extremidad proximal de la tibia. Lado derecho de la imagen, miembro pelviano izquierdo, vista lateral: 4: Patela; 5: Ligamento patelar; 6: Cápsula articular; 7: Tuberosidad tibial; 8: Músculo poplíteo.

### **Formaciones complementarias**

Las mismas incluían a los meniscos interpuestos entre los cóndilos femorales y los tibiales y el aparato fibrocartilaginoso patelar.

Los meniscos eran dos, lateral y medial (Fig. 7). El medial era un poco más ancho y menos espeso que el lateral. Cada menisco tenía un borde lateral convexo, un borde medial cóncavo, una cara distal plana, una cara proximal cóncava y dos extremidades. Ambos meniscos dejaban expuesta la eminencia intercondílea que se colocaba en la fosa intercondílea del fémur. El menisco medial se insertaba por su extremidad craneal en el área intercondílea craneal, cranealmente a la inserción del opuesto, y por su extremidad caudal en el área intercondílea caudal. El menisco lateral se insertaba cranealmente más cerca de la eminencia intercondílea. Las extremidades craneales de ambos meniscos no tenían contacto entre sí. La extremidad caudal del menisco lateral era espesa y se dividía en dos partes, una iba a la incisura poplíteo de la tibia y la otra constituía el ligamento meniscofemoral (Fig. 12), que se insertaba en la parte mediocaudal de la fosa intercondílea, constituyendo un medio de unión femorotibial indirecto. El borde lateral del menisco lateral estaba cruzado oblicuamente por el tendón del músculo poplíteo, a su vez cubierto por el ligamento colateral lateral (Figs. 9, 10).

El aparato fibrocartilaginoso patelar (Figs. 5, 8) ampliaba las superficies articulares de la patela y la mantenía unida a la tróclea femoral. Estaba formado por dos fibrocartílagos parapatelares, uno medial y otro lateral. El medial era un poco más desarrollado que el lateral.



Fig. 7. Vista proximal de la extremidad proximal de la tibia derecha y sus meniscos en el venado de campo. 1: Surco extensor; 2: Parte craneal del menisco medial; 3: Parte central del menisco medial; 4: Inserción caudal del menisco medial; 5: Ligamento cruzado craneal; 6: Inserción craneal del menisco lateral; 7: Parte central del menisco lateral.

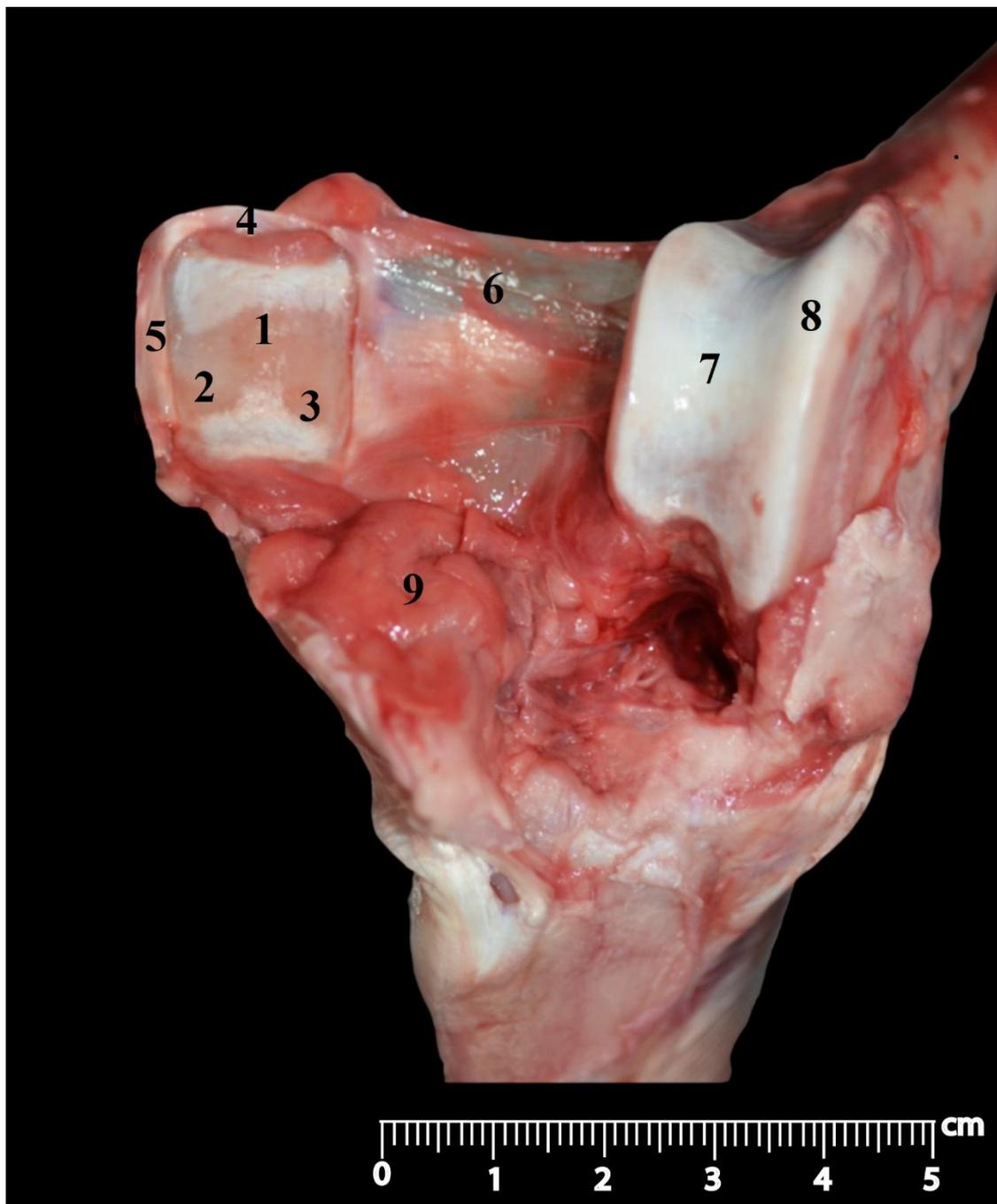


Fig. 8: Vista craneal después de amplia apertura de la articulación de la rodilla izquierda del venado de campo. 1: Relieve intermedio de la superficie articular patelar; 2: Superficie articular lateral de la patela; 3: Superficie articular medial; 4: Inserción patelar del ligamento patelar; 5: Fibrocartílago parapatelar lateral; 6: Estrato sinovial de la cápsula articular femoropatelar; 7: Tróclea femoral; 8: Labio lateral de la tróclea femoral; 9: Cuerpo adiposo infrapatelar.



Fig. 9. Vista lateral del muslo y pierna derechas del venado de campo luego de remoción de fascias y músculos gastrocnemios. 1: Ligamento colateral lateral; 2: Tendón del músculo poplíteo; 3: Tendón del extensor digital largo.

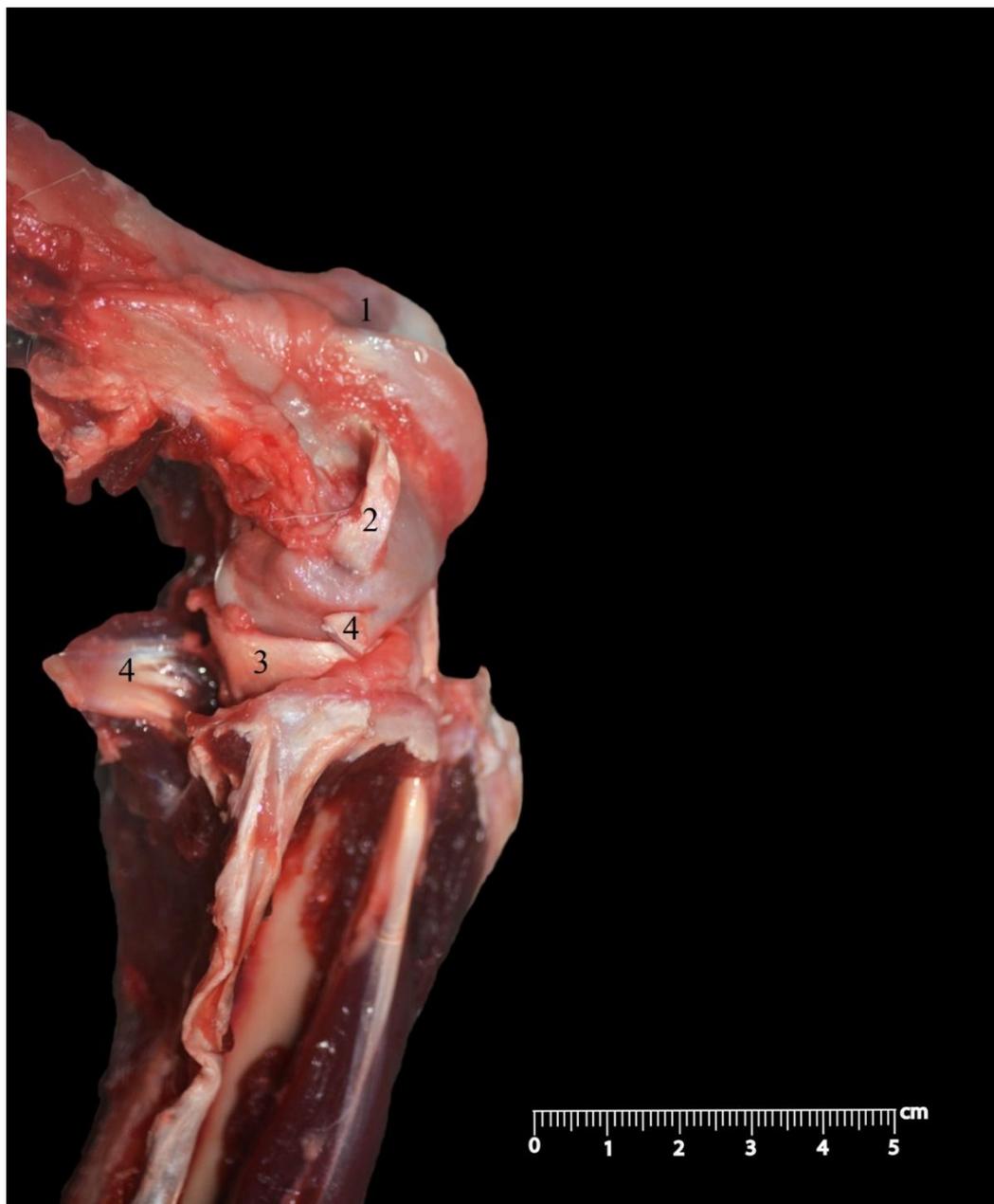


Fig. 10. Vista lateral del fémur y pierna derechas del venado de campo luego de remoción de fascias y músculos gastrocnemios. 1: Tróclea femoral; 2: Ligamento colateral lateral incidido y reclinado hacia proximal; 3: Borde lateral del menisco lateral; 4: Músculo poplíteo seccionado transversalmente a nivel de su parte tendinosa.

### **Medios de unión, cápsula articular y ligamentos.**

Los medios de unión estaban formados por la cápsula articular y varios ligamentos (Figs. 6, 8). Se los puede dividir en los que unían la patela al fémur y a la tibia y en los que unían fémur con tibia. La cápsula articular era común a toda la articulación femoropatelar (Fig. 6). Se insertaba alrededor de la parte distal del fémur y alrededor de la extremidad proximal de la tibia. Una delgada expansión se dirigía en la profundidad de la fosa intercondílea cubriendo por su lado

abaxial a los ligamentos cruzados, los cuales quedaban en posición extraarticular. La cápsula cranealmente se unía a los fibrocartílagos parapatelares. Los ligamentos femorotibiales o colaterales la dividían en dos partes, la cápsula femorotibial caudalmente y la cápsula peripatelar cranealmente, que se conoce como retináculo patelar en las partes distales a la patela, donde se separaba en dos partes medial y lateral por el ligamento patelar.

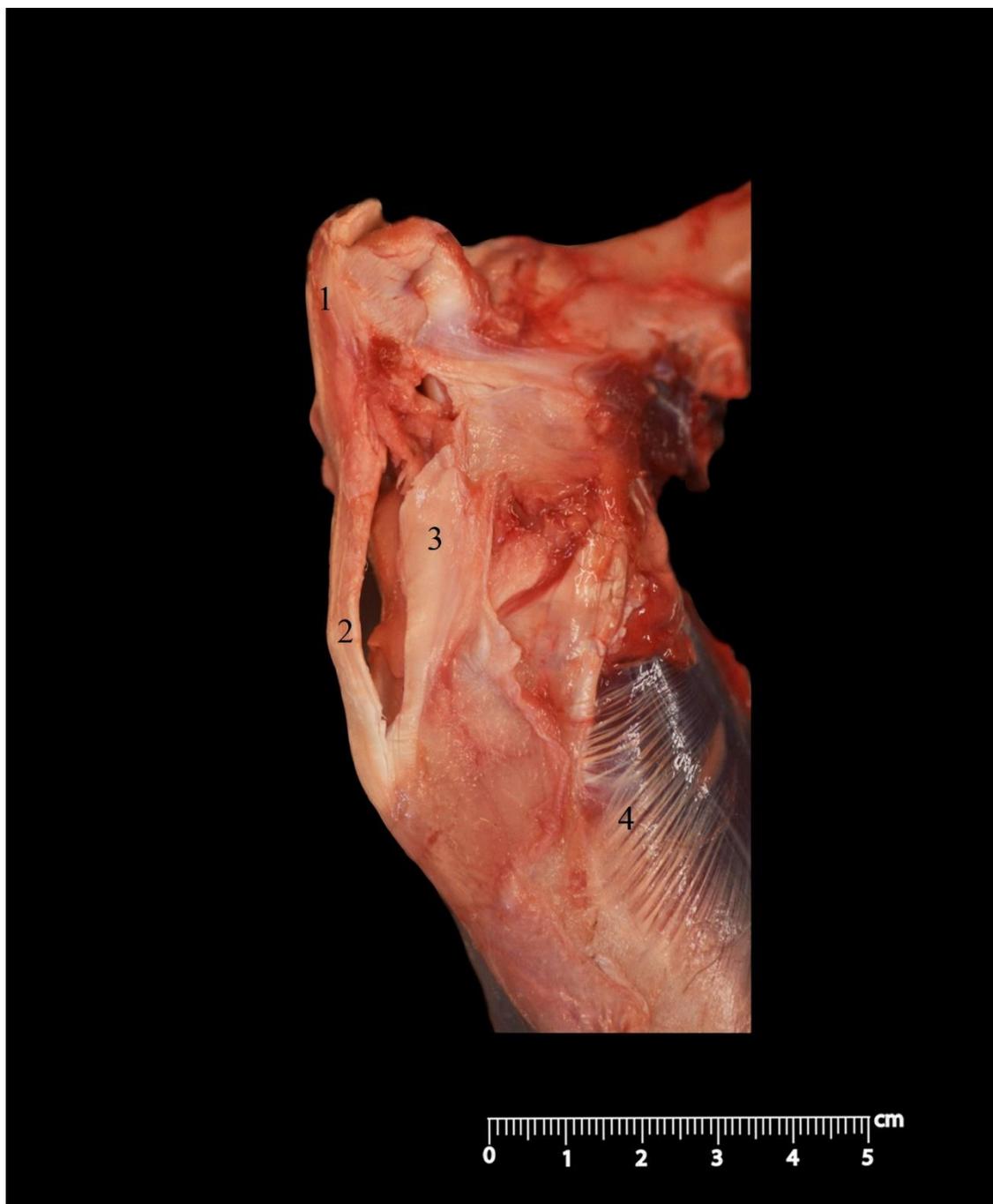


Fig. 11. Vista medial del fémur y pierna derechas del venado de campo luego de remoción de fascias y músculos gastrocnemios. 1: Inserción patelar del ligamento patelar; 2: Ligamento patelar; 3: Cápsula articular; 4: Músculo poplíteo.

#### Ligamentos patelares:

Había tres ligamentos conectados a la patela: dos femoropatelares y uno patelar. Los femoropatelares eran uno medial y otro lateral, eran muy delgados fascículos que se dirigían del fibrocartílago parapatelar correspondiente al epicóndilo femoral correspondiente. Junto a las fascias y músculos mantenían a la patela cranealmente a la tróclea del fémur (Fig. 8).

El ligamento patelar (Fig. 5) era fuerte y se extendía desde el ápex de la patela a la tuberosidad tibial. Este ligamento representaba la continuación indirecta del tendón del músculo cuádriceps femoral, transmitiendo su acción extensora a la pierna. Este ligamento estaba aplastado de craneal a caudal y cada uno de sus bordes daba inserción a los retináculos de la patela. Su cara caudal se relacionaba a la sinovial femoropatelar y distalmente estaba separado por el cuerpo adiposo infrapatelar, una masa de tejido adiposo que se veía muy bien en las secciones sagitales de la articulación y en las resonancias magnéticas (Figs. 8, 13). No existían otros ligamentos conectando la patela con la tibia.

### **Ligamentos fémorotibiales:**

Aparte de la cápsula fibrosa y de la inserción femoral del ligamento meniscofemoral que conectaba el menisco lateral con la fosa intercondílea, había dos ligamentos cruzados extraarticulares y dos colaterales (Figs. 7, 9, 10).

Los ligamentos cruzados eran dos y se ubicaban adyacentes entre sí, separados por tejido conectivo adiposo y con una disposición oblicua (Fig. 7). El ligamento cruzado craneal se extendía desde la parte medial del cóndilo lateral al área intercondílea caudal. El ligamento cruzado caudal se extendía de la fosa intercondílea a la incisura poplíteica de la tibia, caudalmente a la superficie articular medial, ubicándose en el plano sagital y cruzando en X al ligamento cruzado craneal. Estos ligamentos eran extraarticulares e interóseos y estaban revestidos en su cara abaxial por la cápsula articular femorotibial.

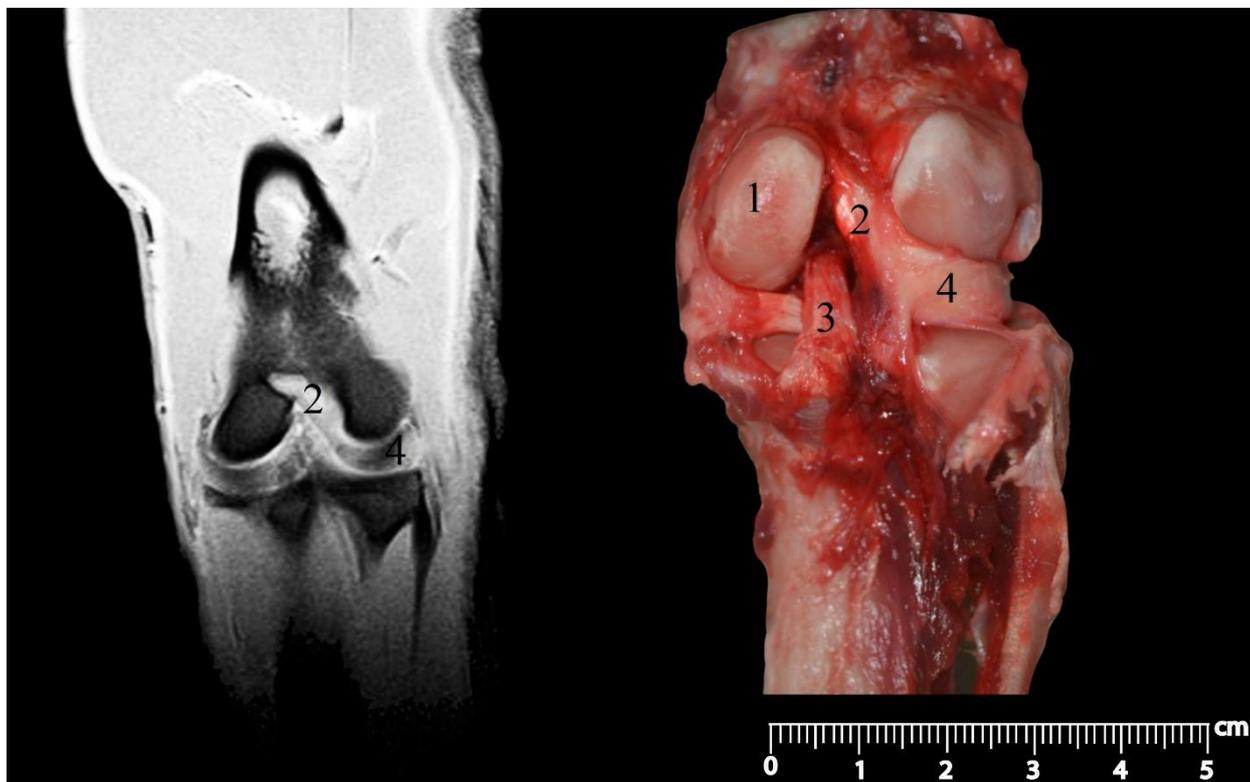


Fig. 12. Lado izquierdo de la imagen: Resonancia magnética de la articulación de la rodilla derecha del venado de campo, vista caudal. 2: Ligamento meniscofemorale; 4: Menisco lateral. Lado derecho de la imagen: Vista caudal de la rodilla derecha del venado de campo luego de remoción de los músculos gastrocnemios. 1: Cóndilo medial; 2: Ligamento meniscofemorale; 3: Ligamento cruzado caudal; 4: Menisco lateral.

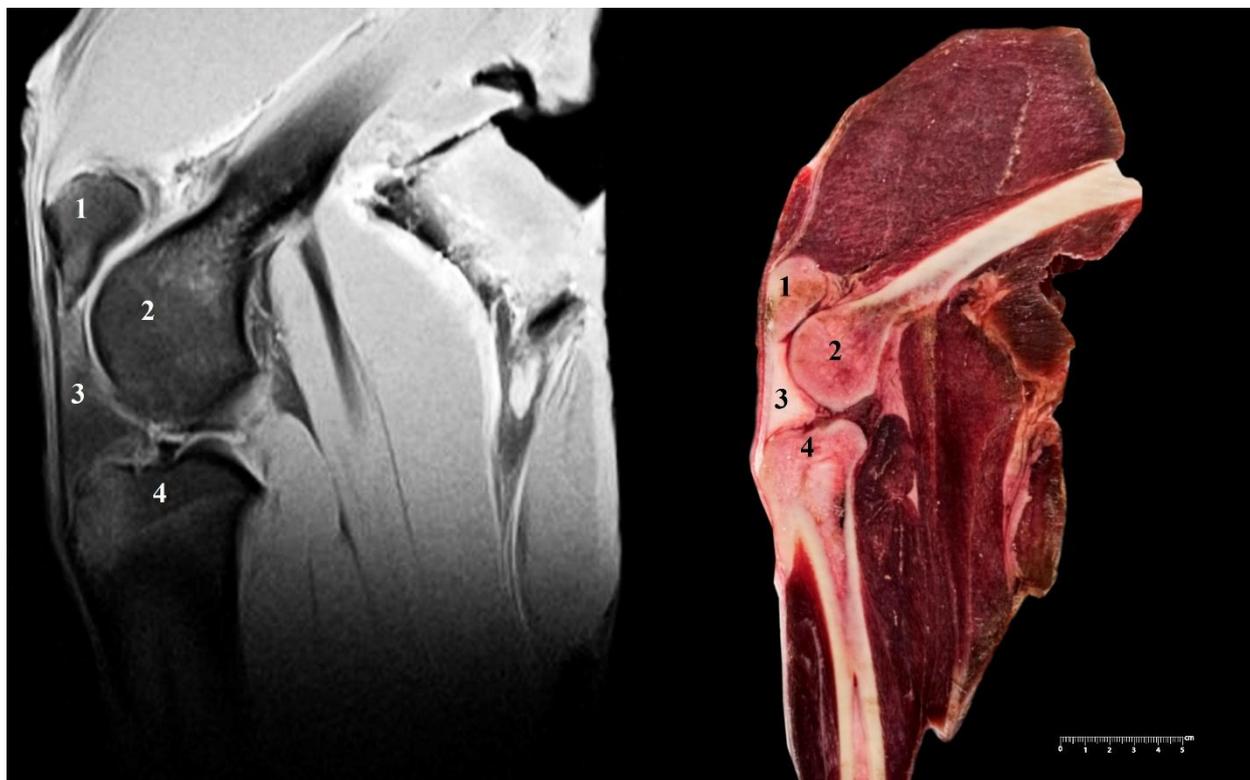


Fig. 13. Lado izquierdo de la imagen: Resonancia magnética de la articulación de la rodilla derecha del venado de campo. 1: Patela; 2: Parte distal del fémur; 3: Cuerpo adiposo infrapatelar; 4: Extremidad proximal de la tibia. Lado derecho de la imagen: Vista medial de la rodilla derecha del venado de campo, corte sagital. 1: Patela; 2: Parte distal del fémur; 3: Cuerpo adiposo infrapatelar; 4: Extremidad proximal de la tibia.

### **Medios complementarios de unión:**

La articulación de la rodilla está afirmada por poderosos tendones que tienen relaciones directas con la misma. Caudalmente la articulación está cubierta por el músculo gastrocnemio y el músculo flexor digital superficial. Medialmente ayudan en forma importante los músculos semimembranoso, gracilis y sartorio, así como las fascias. Lateralmente tenemos el músculo glúteo bíceps y el tendón del músculo extensor largo de los dedos del pie (Fig. 9). Este último tomaba origen entre el cóndilo lateral y el labio lateral de la tróclea, luego pasa por el surco extensor de la tibia y ayuda a la contención articular. El tendón del músculo poplíteo se ubicaba lateralmente entre el menisco lateral y el ligamento colateral lateral (Figs. 9, 10). Finalmente, del lado craneal estaba la inserción del tendón del músculo cuadríceps femoral, inserción que mantenía tensos a los ligamentos femoropatelares y patelar, que ayudaba a transmitir su acción extensora a la pierna.

### **Sinoviales:**

Hay una sinovial común a todo el conjunto de la articulación femorotibiopatelar.

**Resonancia magnética y radiografía simple:**

Las superficies óseas se pueden identificar fácilmente en las imágenes de todas las técnicas empleadas (Figs. 12, 13). El hueso compacto apareció como una señal hipointensa, mientras que el hueso esponjoso mostró una intensidad de señal heterogénea debido a alto contenido de grasa en la médula ósea y patrón trabecular. El cartílago articular apareció como una línea de hiperintensidad que estaba separado del hueso subcondral por una línea gris (intensidad de señal moderada) (Fig. 13). Los meniscos medial y lateral mostraban hipodensidad (Fig. 13).

Los ligamentos femoropatetales medial y lateral, así como el ligamento meniscofemoral del menisco lateral aparecieron como estructuras de intensidad de señal moderada (Fig. 12). Los meniscos mostraron una hipointensidad muy homogénea. El cuerpo adiposo infrapatelar se observaba muy claramente y de forma hipotensa uniforme (Fig. 13).

**Movimientos:**

Los movimientos que realiza la articulación son mayoritariamente la flexión y la extensión, con rotación y leves movimientos de lateralidad. La tensión de los ligamentos, especialmente de los cruzados impedían otros movimientos.

## 5. DISCUSIÓN

El conocimiento de las estructuras anatómicas que se encuentran en los animales salvajes es importante para la práctica de la medicina clínica y la cirugía. En esta tesis se describe por primera vez la anatomía de la articulación fémoro tibio patelar del venado de campo, utilizando como métodos de estudio la disección simple y la imagenología.

La estructura general de la articulación de la rodilla, incluida la morfología general de la articulación con sus huesos, la presencia de los ligamentos y meniscos, se conservan en gran parte entre todos los mamíferos terrestres (Mancini et al., 2019), y en este caso, el venado de campo no es la excepción.

### **Superficies articulares**

A diferencia de otros rumiantes, los labios de la tróclea eran casi simétricos. Janis et al. (2012) estudiaron la asimetría de los labios de la tróclea femoral en muchas especies de ungulados y mencionan que en especies que pesan menos de 100 Kg hay poca asimetría. Las razones que expliquen la asimetría que presentan los grandes ungulados en la tróclea femoral, aún no se han encontrado (Janis et al., 2012). La asimetría que presenta el venado de campo es casi inexistente, lo que coincide con la observación de estos autores pues es una especie de pequeño tamaño.

Los huesos involucrados en la articulación de la rodilla del venado de campo son el fémur, la tibia y la patela. La patela es el hueso sesamoideo más grande que se encuentra en el cuerpo del animal y su morfología fue similar a la encontrada en el león (Kirberger et al., 2005) y el muntjac indio (Rajani et al. 2013). En Marsh deer, al igual que otros rumiantes como el ganado (Getty, 1975), no se observaron otros huesos sesamoideos en esta articulación, incluso cuando se realizaron análisis en radiografías, lo mismo que en el venado de campo. Se han reportado huesos sesamoideos en la articulación de la rodilla del perro (Evans y De Lahunta 2013), del lémur de cola anillada (Makungu et al. 2013) y en el músculo gastrocnemio en la paca (Araújo et al. 2013).

En relación al tamaño de las superficies articulares medial y lateral, donde la medial era más amplia, se coincide para lo descrito en otros Ungulados (Barone, 2010). En otros aspectos la conformación de los huesos participantes de la articulación era similar a la descrita para el ciervo de los pantanos (Schimming et al., 2015).

### **Medios de unión, cápsula articular y ligamentos.**

Los medios de unión de los huesos participantes son similares a los descritos en cérvidos (Shigue et al., 2015) y en los pequeños rumiantes domésticos (Getty, 1975; Barone, 2010).

## Imagenología

El conocimiento de la anatomía normal por secciones de la articulación de la rodilla en el venado de campo es esencial para la evaluación de las imágenes obtenidas por resonancia magnética.

Las imágenes del trabajo actual proporcionan detalles anatómicos que se compararon con las correspondientes secciones anatómicas macroscópicas. Es claro que la radiografía tiene una capacidad limitada para evaluar las estructuras blandas. La ecografía puede proporcionar visualización de los tendones y ligamentos, pero la misma no se utilizó en este caso.

La resonancia magnética es una excelente modalidad de imagen, sin embargo, su uso en medicina veterinaria es limitado ya que es caro y el animal debe estar anestesiado o tratarse de una pieza cadavérica. El procedimiento de captura y anestesia ya fue descrito y ensayado con éxito (Vitarella, 2017). La resonancia magnética tiene ventajas potenciales sobre la radiografía de rutina; proporciona una imagen con superior detalle de los tejidos blandos y la superposición de estructuras es mínima. Se puede utilizar para un mejor diagnóstico de anomalías menores. Las intensidades de señal en las muestras de cadáveres pueden ser diferentes en animales vivos debido a la pérdida de líquido y sangre en los cadáveres, la congelación y ausencia de circulación de sangre, pero la anatomía macroscópica es la misma y las imágenes obtenidas son representativas de la realidad.

Los resultados revelan que el hueso compacto aparece como señal hipodensa, mientras que el hueso esponjoso como una estructura de moderada densidad. Tales hallazgos están de acuerdo con Van der Straaten et al., y Holcombe et al. en caballos. En la ponderación T2 que se muestra el cartílago articular muestra hiperdensidad y el hueso subcondral tiene intensidad de señal moderada. Estos resultados coinciden con los de otros autores (Holcombe et al., 1995; Soler et al., 2007; Van der Straaten et al., 2009).

El cuerpo adiposo infrapatelar aparece como una señal moderada en el venado de campo (entre hipo e hiperintensa), pero fue descrito como de señal hiperintensa, siendo difícil diferenciarlo de la cápsula sinovial porque ambos aparecen con la misma intensidad en la ponderación estudiada que se trató de una secuencia T2 (Soler et al., 2007; Van der Straaten et al., 2009).

## Conclusión

La anatomía general de la articulación de la rodilla, incluida la morfología general de la

articulación con sus huesos, piezas complementarias, medios de unión y relaciones anatómicas, son similares a otras especies de rumiantes de similar tamaño. Las técnicas imagenológicas especialmente la resonancia magnética permiten una visualización adecuada de la mayoría de sus componentes.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, M. J., Houlton, J. E., Adams, S. B., & Rushton, N. (1998). The surgical anatomy of the stifle joint in sheep. *Veterinary Surgery*, 27(6), 596-605.
- Barone, R. (2010) Anatomie comparée des mammifères domestiques, 2 Arthrologie et myologie (4<sup>a</sup> ed.). Vigot: Francia.
- Bonilla Villagrán, M. (2020). *Anatomía cardíaca del venado de campo (Ozotoceros bezoarticus)* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Cabrera, A. (1943). Sobre la sistemática del venado y su variación individual y geográfica. *Revista del museo de La Plata*, 3, 5-41.
- Cook, C. (2010). MRI of the canine stifle joint. En *Proceedings, 3rd World Veterinary Orthopaedic Congress, ESVOT-VOS, 15th European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology Congress*, Bologna, Italy.
- Erdoğan, S., y Pérez, W. (2013). Anatomical and scanning electron microscopic characteristics of the tongue in the pampas deer (Cervidae: *Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Microscopy Research and Technique*, 76(10), 1025-1034.
- Evans, H. E., y De Lahunta, A. (2013). *Miller's anatomy of the dog*. St. Louis: Elsevier.
- Foreman, J. H. (1996). Use of magnetic resonance imaging in equine lameness diagnosis. *Pferdeheilkunde*, 12(4), 686-687.
- Gavin, P., y Holmes, S. (2009). Stifle Joint. En P. R. Gavin y R. S. Bagley (Eds.), *Practical small animal MRI* (pp. 233-73). Ames: Wiley-Blackwell.
- Getty, R. (1975). *Sisson and Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals* (5<sup>a</sup> ed.). Philadelphia: Saunders.
- González, S. (2004). *Biología y conservación de Cérvidos Neotropicales del Uruguay* (Informe Final de Proyecto). Montevideo: CSIUR-UdelaR.

- González, S., Maldonado, J. E., Leonard, J. A., Vilà, C., Barbanti Duarte, J. M., Merino, M., y Wayne, R. K. (1998). Conservation genetics of the endangered Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). *Molecular Ecology*, 7, 47-56.
- González, S., Álvarez-Valin, F., y Maldonado, J. E. (2002). Morphometric differentiation of endangered pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), with description of new subspecies from Uruguay. *Journal of Mammalogy*, 83, 1127-1140.
- González, S., Jackson, III, J.J. & Merino, M.L. (2016). *Ozotoceros bezoarticus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado de e.T15803A22160030. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T15803A22160030.en>
- Hackmann, T. J., y Spain, J. N. (2010). Invited review: Ruminant ecology and evolution: Perspectives useful to ruminant livestock research and production. *Journal of Dairy Science*, 93, 1320-1334.
- Holcombe, S. J., Bertone, A. L., Biller, D. S., y Haider, V. (1995). Magnetic resonance imaging of the equine stifle. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 36(2), 119-125.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. (2017). *Nomina Anatomica Veterinaria* (6ª ed.). Hanover: I.C.V.G.A.N.
- Jackson, J. E. (1987) *Ozotoceros bezoarticus*. *Mammalian Species*, 295, 1-5.
- Jackson, J., Langguth, A. (1987) Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in the Argentinian pampas and Uruguay. En C. Wemmer (Ed.), *Biology and management of the Cervidae*. Washington: Smithsonian Institution.
- Janis, C. M., Shoshitaishvili, B., Kambic, R., y Figueirido, B. (2012). On their knees: distal femur asymmetry in ungulates and its relationship to body size and locomotion. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 32(2), 433-445.
- Judy, C. E. (2011). Magnetic resonance imaging of the equine stifle. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 52, 479-484.

- Kirberger, R. M., du Plessis, W. M., y Turner, P. H. (2005). Radiologic anatomy of the normal appendicular skeleton of the lion (*Panthera leo*). Part 1: thoracic limb. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(1), 21-28.
- Mair, S., Lattermann, C., y Malone, T. R. (2013). Glenohumeral instability and glenoid bone loss in a throwing athlete. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 205.
- Mancini, I. A. D., Rieppo, L., Pourn, B., Afara, I. O., Braganca, F. S., van Rijen, M. H. P., ...Malda, J. (2019). Effects of body mass on microstructural features of the osteochondral unit: a comparative analysis of 37 mammalian species. *Bone*, 127, 664-673.
- Murray, R. C. (Ed.). (2010). *Equine MRI*. New York: John Wiley.
- Nowak, R.M., y Paradiso, J.L. (1999). *Walker's Mammals of the World* (6<sup>a</sup> ed., Vol. 2). Baltimore: John Hopkins University.
- Pérez, W., Clauss, M., y Ungerfeld, R. (2008). Observations on the macroscopic anatomy of the intestinal tract and its mesenteric folds in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 37(4), 317-321.
- Pérez, W., y Ungerfeld, R. (2012). Gross anatomy of the stomach of the pampas deer, *Ozotoceros bezoarticus* (Artiodactyla: Cervidae). *Zoologia*, 29, 337-342.
- Pérez, W., Vázquez, N., y Ungerfeld, R. (2013). Gross anatomy of the female genital organs of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomia, Histologia, Embriologia*, 42, 168-174.
- Pérez, W., Vázquez, N., y Ungerfeld, R. (2013). Gross anatomy of the male genital organs of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomical Science International*, 88, 123-129.
- Pérez, W., y Erdoğan, S. (2014). Arterial thoracic vascularization in some deer species: pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) and axis deer (*Axis axis*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 43(6), 490-494.

- Pérez, W., Vazquez, N., y Ungerfeld, R. (2016). Arterial vascularization of the gastrointestinal tract of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 45(3), 240-245.
- Schimming, B. C., Rahal, S. C., Shigue, D. A., Linardi, J. L., Vulcano, L. C., y Teixeira, C. R. (2015). Osteology and radiographic anatomy of the hind limbs in Marshdeer (*Blastocerus dichotomus*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35, 997-1001.
- Shigue, D. A., Rahal, S. C., Schimming, B. C., Santos, R. R., Vulcano, L. C., Linardi, J. L., y Teixeira, C. R. (2015). Evaluation of the marsh deer stifle joint by imaging studies and gross anatomy. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 44(6), 468-474.
- Sherif, M. S., Attia, M., Bahgat, H., y Kassab, A. (2014). Magnetic Resonance Imaging of the Normal Stifle Joint in Buffaloes (*Bos bubalis*): An Anatomic Study. *Open Anatomy Journal*, 6, 27 – 35.
- Soler, M., Murciano, J., Latorre, R., Belda, E., Rodri, M. J., y Agut, A. (2007). Ultrasonographic, computed tomographic and magnetic resonance imaging anatomy of the normal canine stifle joint. *Veterinary Journal*, 174(2), 351-361.
- van der Straaten, G. O. (2009). *Magnetic resonance imaging of the equine stifle: normal anatomy* (Tesis de maestría). Universidad de Utrecht.
- Ungerfeld, R., González-Pensado, S., Bielli, A., Villagrán, M., Olazabal, D., Pérez, W. (2008b) Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*): a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50, 16
- Ungerfeld, R., González-Sierra, U. T., y Piaggio, J. (2008a) Reproduction in a semi-captive herd of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus*. *Wildlife Biology*, 14, 350-357.
- Ungerfeld, R., Villagrán, M., Lacuesta, L., Vazquez, N., y Pérez, W. (2017). Asymmetrical size and functionality of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) testes: Right testis is bigger but left testis is more efficient in spermatogenesis. *Anatomia, Histologia Embryologia*, 46(6), 547-551.

- Vandeweerd, J. M., Kirschvink, N., Muylkens, B., Cintas, C., Catsyne, C. V., Hontoir, F., ...Nisolle, J. F. (2013). Magnetic resonance imaging (MRI) anatomy of the ovine stifle. *Veterinary Surgery*, 42(5), 551-558.
- Vazquez, N., Ríos, C., Sorriba, V., y Pérez, W. (2018). Arterial distribution to the pelvic cavity and pelvic limb in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 47, 133– 139. doi: 10.1111/ahe.12331
- Vazquez, N., dos Santos, D., y Pérez, W. (2018). Arterial irrigation of the head and neck of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomical Science International*, 93(4), 540-547.
- Vazquez, N., Dos Santos, D., Pérez, W., Artigas, R., ySorriba, V. (2019). Gross Anatomy of the Heart of Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Journal of Morphological Sciences*, 36(03), 190-195.
- Vazquez, N., Dos Santos, D., Pérez, W., Artigas, R., y Sorriba, V. (2019). Gross Anatomy of the Heart of Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Journal of Morphological Sciences*, 36(03), 190-195.
- Vitarella Beade, F. (2017). *Captura, esterilización quirúrgica y reintroducción de gatos asilvestrados (Felis silvestris catus) mediante una combinación anestésica de dexmedetomidina y ketamine* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Weber, M., y Gonzalez, S. (2003). Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. *Ecoscience*, 10(4), 443-454.
- Wemmer, C. (1998) *Deer: status survey and conservation action plan (IUCN/SSC Action plans for the conservation of biological diversity)*. Oxford: World Conservation Union.
- Weber, M., y González, S. (2003) Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. *Ecoscience*, 10, 443-454.
- Wieren, V. S. (1996). *Digestive strategies in ruminants and non-ruminants* (Tesis). Universidad de Wageningen.

